



日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

J.W. PRICE 949/261.8433
Takakazu SHIOMI et al
NAKI-B082
S.N. 09/854,268

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-398746

出 願 人

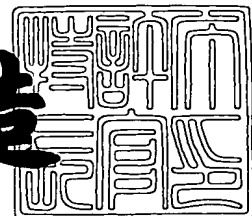
Applicant (s):

松下電器産業株式会社

2001年 2月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3003705

【書類名】 特許願
【整理番号】 2022520445
【提出日】 平成12年12月27日
【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F 12/00
G06F 9/45
G05B 9/06

【発明者】

【住所又は居所】 東広島市鏡山3丁目10番18号 株式会社松下電器情報システム広島研究所内

【氏名】 土井 繁則

【発明者】

【住所又は居所】 東広島市鏡山3丁目10番18号 株式会社松下電器情報システム広島研究所内

【氏名】 久保岡 祐子

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090446

【弁理士】

【氏名又は名称】 中島 司朗

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014823

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

特 2 0 0 0 - 3 9 8 7 4 6

【包括委任状番号】 9003742

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 メモリヒープ管理装置及び方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ガベージコレクションが必要なアプリケーション用のメモリヒープ領域を管理する装置であって、
アプリケーションが起動される毎に、メモリヒープ領域から分割ヒープ領域を獲得する分割ヒープ領域獲得手段と、
起動されたアプリケーションに、前記分割ヒープ領域獲得手段によって獲得された分割ヒープ領域を割当てて割当て手段と、
アプリケーションが終了する毎に、当該アプリケーションに割当てられた分割ヒープ領域を解放するメモリ解放手段と
を備えることを特徴とするメモリヒープ管理装置。

【請求項 2】 前記メモリヒープ管理装置は、さらに
起動中のアプリケーションと分割ヒープ領域との対応関係を示すテーブルを保持するテーブル手段を備え、
前記メモリ解放手段は、終了したアプリケーションに対応する分割ヒープ領域を前記テーブル手段から特定して解放することを特徴とする請求項 1 記載のメモリヒープ管理装置。

【請求項 3】 前記メモリヒープ管理装置はさらに、
アプリケーションに関連するオブジェクトに対して、当該アプリケーションに割当てられた分割ヒープ領域内でオブジェクト領域を獲得するオブジェクト領域獲得手段と、
オブジェクト領域獲得手段がオブジェクト領域の獲得に失敗したとき、当該分割ヒープ領域を対象にガベージコレクションを行うガベージコレクション手段と
を備えることを特徴とする請求項 1 記載のメモリヒープ管理装置。

【請求項 4】 前記メモリヒープ管理装置は、さらに
起動中のアプリケーションと分割ヒープ領域との対応関係を示すテーブルを保持するテーブル手段を備え、
前記割当て手段は、さらに、アプリケーションが起動される毎に、当該アプリ

ケーションと分割領域との新たな対応関係をテーブルに追加することを特徴とする請求項 1 記載のメモリヒープ管理装置。

【請求項 5】 前記メモリヒープ管理装置はさらに、

前記ガベージコレクション手段によって対象となる分割ヒープ領域のガベージコレクションが行われている間、当該分割ヒープ領域を使用するアプリケーションのみ実行を停止させ、他の分割ヒープ領域を使用するアプリケーションは継続して実行させるロック手段

を有することを特徴とする請求項 3 記載のメモリヒープ管理装置。

【請求項 6】 ガベージコレクションが必要なアプリケーション用のメモリヒープ領域を管理する装置であって、

メモリヒープ領域全体をシステムヒープ領域として割当てするシステムヒープ領域割当て手段と、

システム関連のオブジェクト領域をシステムヒープ領域内に獲得するオブジェクト領域獲得手段と、

アプリケーションが起動される毎に、システムヒープ領域から分割ヒープ領域を獲得する分割ヒープ領域獲得手段と、

起動されたアプリケーションに、獲得された分割ヒープ領域を割当てする割当手段と、

アプリケーションの終了時に、当該アプリケーションに対して割当てられた分割ヒープ領域を解放するメモリ解放手段と

を備えることを特徴とするメモリヒープ管理装置。

【請求項 7】 前記メモリヒープ管理装置は、さらに

分割ヒープ領域獲得手段が分割ヒープ領域の獲得に失敗したとき、システムヒープ領域内部を対象に、分割ヒープ領域を単位にガベージコレクションを行うガベージコレクション手段を備えることを特徴とする請求項 6 記載のメモリヒープ管理装置。

【請求項 8】 ガベージコレクションが必要なアプリケーション用のメモリヒープ領域を管理する方法であって、

アプリケーションが起動される毎に、メモリヒープ領域から分割ヒープ領域を獲

得する分割ヒープ領域獲得ステップと、
起動されたアプリケーションに、前記分割ヒープ領域獲得手段によって獲得された分割ヒープ領域を割当てする割当てステップと、
アプリケーションが終了する毎に、当該アプリケーションに割当てられた分割ヒープ領域を解放するメモリ解放ステップと
を備えたことを特徴とするメモリヒープ管理方法。

【請求項 9】 前記メモリヒープ管理方法は、さらに
起動中のアプリケーションと分割ヒープ領域との対応関係を示すテーブルを保持するテーブルを備え、

前記メモリ解放ステップは、終了したアプリケーションに対応する分割ヒープ領域を前記テーブルから特定して解放する

ことを特徴とする請求項 8 記載のメモリヒープ管理方法。

【請求項 10】 前記メモリヒープ管理方法はさらに、
アプリケーションに関連するオブジェクトに対して、当該アプリケーションに割当てられた分割ヒープ領域内でオブジェクト領域を獲得するオブジェクト領域獲得ステップと、

オブジェクト領域獲得ステップにおいてオブジェクト領域の獲得に失敗したとき、個々の分割ヒープ領域を対象にガベージコレクションを行うガベージコレクションステップと

を備えたことを特徴とする請求項 8 記載のメモリヒープ管理方法。

【請求項 11】 前記メモリヒープ管理方法は、さらに
起動中のアプリケーションと分割ヒープ領域との対応関係を示すテーブルを保持するテーブルを備え、

前記割り当てステップは、さらに、アプリケーションが起動される毎に、当該アプリケーションと分割領域との新たな対応関係をテーブルに追加する

ことを特徴とする請求項 8 記載のメモリヒープ管理方法。

【請求項 12】 前記メモリヒープ管理方法はさらに、
前記ガベージコレクション手段によって対象となる分割ヒープ領域のガベージコレクションが行われている間、当該分割ヒープ領域を使用するアプリケーション

ンのみ実行を停止させ、他の分割ヒープ領域を使用するアプリケーションは継続して実行させるロックステップ

を備えたことを特徴とする請求項 1 0 記載のメモリヒープ管理方法。

【請求項 1 3】 ガベージコレクションが必要なアプリケーション用のメモリヒープ領域を管理する方法であって、

メモリヒープ領域全体をシステムヒープ領域として割当ててシステムヒープ領域割当てステップと、

システム関連のオブジェクト領域をシステムヒープ領域内に獲得するオブジェクト領域獲得ステップと、

アプリケーションが起動される毎に、システムヒープ領域から分割ヒープ領域を獲得する分割ヒープ領域獲得ステップと、

起動されたアプリケーションに、獲得された分割ヒープ領域を割り当てる割当ステップと、

アプリケーションの終了時に、当該アプリケーションに対して割当てられた分割ヒープ領域を解放するメモリ解放ステップと

を備えることを特徴とするメモリヒープ管理方法。

【請求項 1 4】 前記メモリヒープ管理方法は、さらに

分割ヒープ領域獲得ステップが分割ヒープ領域の獲得に失敗したとき、システムヒープ領域内部を対象に、分割ヒープ領域を単位にガベージコレクションを行うガベージコレクションステップを備えることを特徴とする請求項 1 3 記載のメモリヒープ管理方法。

【請求項 1 5】 ガベージコレクションが必要なアプリケーションを実行する装置に用いられるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、

前記プログラムは、請求項 8 ～ 1 4 のいずれか 1 項に記載のステップをコンピュータに実行させることを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、メモリヒープ領域内にオブジェクト領域を獲得する機能、および使用済みになったオブジェクト領域を解放する機能を備えるメモリヒープ管理装置及び方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

Javaアプリケーション（以下アプリケーションと呼ぶ。）はコンピューター、家電製品、オペレーティング・システムの種類を問わず実行することができるプログラムである。Javaは、米国のSun Microsystems, Inc.の商標である。

アプリケーションを実行するためには、アプリケーションの対象となるオブジェクトを生成し、生成したオブジェクトを配置するためのオブジェクト領域を確保する必要がある。

【 0 0 0 3 】

従来、メモリヒープ領域は、システム起動時にJavaメモリヒープ管理部（以下メモリーヒープ管理部と呼ぶ。）によって1つのまとまった領域として確保されている。図6にメモリヒープ管理部の構成を示す。同図において、メモリヒープ管理部1は、オブジェクト領域獲得部2とGC（ガベージコレクション）部3、ロック部4から構成される。ヒープ領域獲得部2は、アプリケーションがオブジェクトを生成する際、上記メモリヒープ領域に順次上記オブジェクトを配置するためのオブジェクト領域を獲得する。例えば、アプリケーションによってオブジェクト1～5の順に上記オブジェクトが生成されたとき、ヒープ領域獲得部2は、上記メモリヒープ領域に、各オブジェクトを配置するためのオブジェクト領域を、図6に示す通り、獲得する。

【 0 0 0 4 】

また、オブジェクト領域獲得部2は、複数のアプリケーションが同時に実行される場合にも、実行されるアプリケーションの種類に関係なく上記メモリヒープ領域に、生成されるオブジェクトの順にオブジェクトを配置するためのオブジェクト領域を獲得する。例えば、アプリケーションAによってオブジェクトA1が生成され、次いでアプリケーションBによってオブジェクトB1が生成され、次いでアプリケーションCによってオブジェクトC1が生成され、次いでアプリケーショ

ンAによってオブジェクトA2が生成され、最後にアプリケーションCによってオブジェクトC2が生成されたとき、オブジェクト領域獲得部2は、上記メモリヒープ領域に、各オブジェクトを配置するためのオブジェクト領域を、図7の100に示す通り、獲得する。この結果、複数のアプリケーションが同時に実行されることによって生成された上記オブジェクトのオブジェクト領域は、実行されるアプリケーションの種類に関わりなく、メモリヒープ領域に配置されることになる。

【0005】

次に、GC部3は、オブジェクト領域獲得部2が生成されたオブジェクトを配置するためのオブジェクト領域をヒープメモリ領域に獲得することができなくなった場合に、アプリケーションの終了により不必要となったオブジェクトのオブジェクト領域のガベージコレクションを行う。ここで、ガベージコレクションとは、ヒープメモリ領域上の不必要となったオブジェクト領域（例えば図7の200において、斜線部で示したオブジェクト領域A1～An）を解放し、それを使用可能（未使用）な状態にし（図7の300）、また使用されているオブジェクト領域をできるだけ詰めて、間にある未使用な状態になったメモリ領域を大きな1つの空き領域に集めることをいう（図7の400）。ロック部4は、GC部3が上記動作を行っている間、起動中のすべてのアプリケーションの実行を停止させる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来のメモリーヒープ管理部1では、例えば複数のアプリケーションの同時実行中に、実行中のアプリケーションの1つが終了した場合には、不連続な状態で不必要となったオブジェクトのオブジェクト領域が点在し（例えば図7の200でアプリケーションAが終了した場合、オブジェクト領域A1～Anが斜線部で示すように不連続な不必要オブジェクト領域として点在する。）、GC部3が不必要となったオブジェクト領域をガベージコレクション処理するための負荷が大きくなるという問題が生じる。

【0007】

そこで、本発明は、1回のガベージコレクション処理の負荷を軽減したメモリーヒープ管理装置及び方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明に係るメモリヒープ管理装置は、ガベージコレクションが必要なアプリケーション用のメモリヒープ領域を管理する装置であって、アプリケーションが起動される毎に、メモリヒープ領域から分割ヒープ領域を獲得する分割ヒープ領域獲得手段と、起動されたアプリケーションに、前記分割ヒープ領域獲得手段によって獲得された分割ヒープ領域を割当てする割当て手段と、アプリケーションが終了する毎に、当該アプリケーションに割当てられた分割ヒープ領域を解放するメモリ解放手段とを備えることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

また、上記課題を解決するために、上記メモリヒープ管理装置における各手段等をステップとするメモリヒープ管理方法としたり、それらステップをコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体として実現することもできる。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の実施の形態におけるアプリケーション実行装置100の構成を示すブロック図である。アプリケーション実行装置100は、アプリケーション/クラスライブラリ記憶部101、アプリケーション管理部102、VM (Virtual Machine) 部103、メモリヒープ管理部104、メモリ105を備える。ここで、メモリヒープ管理部104は、オブジェクト領域獲得部104a、分割ヒープ領域獲得部104b、分割ヒープ領域回収部104c、GC部104d、ロック部104e、メモリヒープ領域管理テーブル104fを備える。

【 0 0 1 1 】

メモリ105は、複数の分割ヒープ領域105a～105nを含むメモリヒープ領域を有する。各分割ヒープ領域は、1つのアプリケーションに対応して設けられ、対応するアプリケーションに関連するオブジェクトを保持するための領域である。アプリケーション個別に分割ヒープ領域が設けられるのは、1回のガベージコレクションの対象領域をメモリヒープ領域全体ではなく分割ヒープ領域単

位にするためである。加えて、アプリケーション終了時にはメモリヒープ領域は分割ヒープ領域単位に解放される。

【 0 0 1 2 】

アプリケーション/クラスライブラリ記憶部 1 0 1 は複数のアプリケーション及び既存のクラスライブラリを記憶する。

アプリケーション管理部 1 0 2 は、外部からアプリケーションの起動及び終了の指示を受け、VM部 1 0 3 に当該アプリケーションの起動及び終了を指示する。

また、アプリケーション管理部 1 0 2 は、アプリケーションが終了すると、分割ヒープ領域回収部 1 0 4 c に当該アプリケーションに関連するオブジェクトが配置された分割ヒープ領域の解放を指示する。

【 0 0 1 3 】

VM部 1 0 3 は、アプリケーション管理部 1 0 2 からアプリケーションの起動指示を受けると、当該アプリケーション用に分割ヒープ領域の割り当てをメモリヒープ管理部 1 0 4 に行なわせ、割り当てられた分割ヒープ領域にアプリケーション/クラスライブラリ記憶部 1 0 1 から当該アプリケーションをロードするとともにロードしたアプリケーションを実行する。

【 0 0 1 4 】

より詳しく説明すると、アプリケーションのロードは、第 1 にクラスローダオブジェクトのロード、第 2 にアプリケーションに関連する個々のオブジェクトのロードに分けられる。

まず、クラスローダオブジェクトのロードについて説明する。VM部 1 0 3 は、アプリケーション管理部 1 0 2 から上記アプリケーション起動指示として、当該アプリケーション用のクラスローダオブジェクトの生成指示を受け、当該クラスローダオブジェクト用のオブジェクト領域の獲得指示（以下、第 1 獲得指示と呼ぶ。）をオブジェクト領域獲得部 1 0 4 a に出力する。ここで、クラスローダオブジェクトとは、対応するアプリケーションに関連するオブジェクトをアプリケーション/クラスライブラリ記憶部 1 0 1 から分割ヒープ領域にロードするためのオブジェクトである。

【 0 0 1 5 】

VM部 1 0 3 は、第 1 獲得指示に対して、オブジェクト領域獲得部 1 0 4 a から、分割ヒープ領域の割り当て及びオブジェクト領域の割り当てを受けると、アプリケーション／クラスライブラリ記憶部 1 0 1 から当該オブジェクト領域にクラスローダオブジェクトをロードして当該クラスローダオブジェクトを実行する。

【 0 0 1 6 】

次に、アプリケーションに関連する個々のオブジェクトのロードについて説明する。

VM部 1 0 3 は、このクラスローダオブジェクトを実行することにより、対応するアプリケーションに関連する個々のオブジェクトをアプリケーション／クラスライブラリ記憶部 1 0 1 からオブジェクト領域獲得部 1 0 4 a によって割り当てられたオブジェクト領域にロードする。すなわち、VM部 1 0 3 は、対応するアプリケーションに関連するオブジェクトについてオブジェクト領域の獲得指示（以下、第 2 獲得指示と呼ぶ）をオブジェクト領域獲得部 1 0 4 a に出力し、第 2 獲得指示に対する応答として、オブジェクト領域獲得部 1 0 4 a からオブジェクト領域の割り当てを受けると、アプリケーション／クラスライブラリ記憶部 1 0 1 から当該オブジェクト領域にオブジェクトをロードして当該オブジェクトを実行する。上記第 2 獲得指示は、クラスローダオブジェクト以外のオブジェクトに対するオブジェクト領域の獲得指示であって、実行中のアプリケーションから他のオブジェクトの生成要求があれば VM部 1 0 3 から出力される。

【 0 0 1 7 】

オブジェクト領域獲得部 1 0 4 a は、VM部 1 0 3 からの第 1 獲得指示を受けると、分割ヒープ領域獲得部 1 0 4 b に分割ヒープ領域の獲得を指示して分割ヒープ領域の割り当てを受けると、当該分割ヒープ領域内にクラスローダオブジェクト領域を獲得し、当該クラスローダオブジェクト領域を VM部 1 0 3 に通知する。

【 0 0 1 8 】

メモリヒープ管理テーブル 1 0 4 f は、分割ヒープ領域獲得部 1 0 4 b によって獲得された分割ヒープ領域に関する情報（以下分割ヒープ領域情報と呼ぶ。）

から構成される。図 2 に示すように各分割ヒープ領域情報は、分割ヒープ領域の ID、分割ヒープ領域にロードされるクラスローダオブジェクトの ID、分割ヒープ領域の先頭アドレス、分割ヒープ領域全体のサイズ、分割ヒープ領域中の未使用領域を示す自由領域の先頭アドレス、当該分割ヒープ領域中の自由領域のサイズから構成される。メモリヒープ管理テーブル 1 0 4 f への分割ヒープ領域情報の新規登録は、分割ヒープ領域獲得部 1 0 4 b がオブジェクト領域獲得部 1 0 4 a からの分割ヒープ領域の獲得の指示を受けて分割ヒープ領域を獲得した時に、分割ヒープ領域獲得部 1 0 4 b によって行われる。上記の分割ヒープ領域情報中の自由領域の先頭アドレス及び分割ヒープ領域中の自由領域のサイズに関する情報は、VM 部 1 0 3 からの第 1 又は第 2 獲得指示によってオブジェクト領域獲得部 1 0 4 a がオブジェクト領域を獲得する毎に更新される。又アプリケーション終了後、アプリケーション管理部 1 0 2 の指示に応じて分割ヒープ領域回収部 1 0 4 c が終了したアプリケーションに割当てられた分割ヒープ領域を解放した際に、当該分割ヒープ領域に関する分割ヒープ領域情報はメモリヒープ管理テーブル 1 0 4 f から削除される。

【 0 0 1 9 】

また、オブジェクト領域獲得部 1 0 4 a は、VM 部 1 0 3 からの第 2 獲得指示を受けると、当該第 2 獲得指示の要求元アプリケーションをロードしたクラスローダオブジェクトを特定し、特定したクラスローダオブジェクトに対応する分割ヒープ領域をメモリヒープ領域管理テーブル 1 0 4 f を参照して特定（例えば特定したクラスローダが CL2 である場合には、分割ヒープ領域 b を特定）し、特定した分割ヒープ領域内でオブジェクト領域の獲得を試みる。オブジェクト領域獲得部 1 0 4 a は特定した分割ヒープ領域からオブジェクト領域を獲得できた場合、当該オブジェクト領域を VM 部 1 0 3 に通知し、メモリヒープ管理テーブル 1 0 4 f の当該分割ヒープ領域の情報（当該分割ヒープ領域中の自由領域の先頭アドレス、当該分割ヒープ領域中の自由領域のサイズ）を更新する。

【 0 0 2 0 】

一方、オブジェクト領域獲得部 1 0 4 a は、当該分割ヒープ領域からオブジェクト領域を獲得できなかった場合は、GC 部 1 0 4 d に対し、当該分割ヒープ領域

のガベージコレクションを指示し、ガベージコレクション終了後に再度オブジェクト領域の獲得を試みる。

分割ヒープ領域獲得部 1 0 4 b は、オブジェクト領域獲得部 1 0 4 a からの分割ヒープ領域獲得指示を受けると、メモリヒープ領域から分割ヒープ領域を獲得する。分割ヒープ領域獲得部 1 0 4 b は、獲得した分割ヒープ領域 1 0 5 a の情報をクラスローダオブジェクトの ID と組にしてヒープメモリ領域管理テーブル 1 0 4 f に登録する。

【 0 0 2 1 】

分割ヒープ領域回収部 1 0 4 c は、アプリケーション管理部 1 0 2 からアプリケーションの終了を指示されると、アプリケーション管理部 1 0 2 からの分割ヒープ領域の解放指示に応じて、終了したアプリケーションをロードしたクラスローダオブジェクトに対応する分割ヒープ領域をメモリヒープ領域管理テーブル 1 0 4 f から特定し、特定した分割ヒープ領域を解放し、解放した分割ヒープ領域の情報（解放した分割ヒープ領域の ID、当該分割ヒープ領域に対応するクラスローダオブジェクトの ID、当該分割ヒープ領域の先頭アドレス、当該分割ヒープ領域全体のサイズ、当該分割ヒープ領域中の自由領域の先頭アドレス、当該分割ヒープ領域中の自由領域のサイズとそれに対応するクラスローダオブジェクトの ID）をメモリヒープ領域管理テーブル 1 0 4 f から削除する。

【 0 0 2 2 】

GC部 1 0 4 d は、オブジェクト領域獲得部 1 0 4 a の指示に応じて分割ヒープ領域のガベージコレクションを行う。

ロック部 1 0 4 e は、GC部 1 0 4 d が分割ヒープ領域のガベージコレクションを行っている間、当該分割ヒープ領域を使用するアプリケーションの実行を停止する。

【 0 0 2 3 】

図 3 は、VM部 1 0 3 よりオブジェクト領域獲得指示（第 1 獲得指示又は第 2 獲得指示）を受けた後の本メモリヒープ管理装置によるオブジェクト領域獲得動作を示すフローチャートを示す。オブジェクト領域獲得部 1 0 4 a は、VM部からのオブジェクト領域獲得指示が第 1（クラスローダオブジェクト）獲得指示か第 2

(クラスローダ以外のオブジェクト) 獲得指示かを判定する (S301)。

【 0 0 2 4 】

第 1 獲得指示の場合 (S301)、オブジェクト領域獲得部 1 0 4 a は、当該クラスローダオブジェクトに対応する分割ヒープ領域の獲得を分割ヒープ領域獲得部 1 0 4 b に要求し、分割ヒープ領域獲得部 1 0 4 b は、メモリ 1 0 5 から分割ヒープ領域を獲得する (S302)。分割ヒープ領域獲得部 1 0 4 b は、図 2 の例に示す通り、メモリヒープ領域管理テーブル 1 0 4 f に当該クラスローダオブジェクトの ID と獲得した分割ヒープ領域の情報を組にして登録する (S303)。次にオブジェクト領域獲得部 1 0 4 a は、分割ヒープ領域獲得部 1 0 4 b が獲得した分割ヒープ領域内に当該クラスローダオブジェクトのオブジェクト領域を獲得し (S306、S307)、当該分割ヒープ領域に対応するメモリヒープ領域管理テーブル 1 0 4 f の情報を更新する (S309)。

【 0 0 2 5 】

第 2 獲得指示の場合 (S301)、オブジェクト領域獲得部 1 0 4 a は、VM 部 1 0 3 から当該オブジェクトが保有するクラスローダ ID を取得し (S304)、メモリヒープ領域管理テーブル 1 0 4 f から上記クラスローダ ID に対応する分割ヒープ領域を特定する (S305)。次に、オブジェクト領域獲得部 1 0 4 a は、特定した分割ヒープ領域内にオブジェクト領域を獲得する (S306)。オブジェクト領域獲得部 1 0 4 a は、オブジェクト領域の獲得に成功したか否かを判定する (S307)。

【 0 0 2 6 】

オブジェクト領域獲得部 1 0 4 a は、オブジェクト領域の獲得に成功した場合 (S307)、当該分割ヒープ領域に対応するメモリヒープ領域管理テーブル 1 0 4 f の情報を更新する (S309)。

オブジェクト領域獲得部 1 0 4 a は、オブジェクト領域の獲得に失敗した場合 (S307)、GC 部 1 0 4 d に獲得に失敗した分割ヒープ領域内のガベージコレクションを行うことを指示する。GC 部 1 0 4 d は指示に応じて当該分割ヒープ領域のガベージコレクション処理を行う (S308)。GC 部 1 0 4 d がガベージコレクション処理を行っている間、ロック部 1 0 4 e は、当該分割ヒープ領域を使用するアプリケーションの実行を停止する。オブジェクト領域獲得部 1 0 4 a はガベージ

コレクション処理後、再度当該分割ヒープ領域からオブジェクト領域を獲得し（S306）、オブジェクト領域の獲得に成功した場合（S307）、当該分割ヒープ領域に対応するメモリヒープ領域管理テーブル104fの情報を更新する（S309）。

【0027】

このように、本メモリヒープ管理装置100においては、生成したオブジェクトを配置するためのオブジェクト領域をアプリケーション毎に分割したメモリサイズの小さい分割ヒープ領域として割当てするため、GC部104dによる1回のガベージコレクション処理の負荷を軽減することができる。又、VM部103が複数のアプリケーションを実行させている場合、ロック部104fは分割ヒープ領域のガベージコレクション処理の実行中、当該分割ヒープ領域を使用するアプリケーションだけを停止させるため、VM部103はその他の分割ヒープ領域を使用しているアプリケーションを引き続き実行させることができる。

【0028】

図4は、アプリケーション終了時の本メモリヒープ管理装置による分割ヒープ領域の解放の動作を示すフローチャートを示す。アプリケーション管理部102は、アプリケーションが終了すると、分割ヒープ領域回収部104cに、終了したアプリケーションをロードしたクラスローダオブジェクトに対応する分割ヒープ領域の解放を指示する（S401）。分割ヒープ領域回収部104cは、メモリヒープ領域管理テーブル104fから当該アプリケーションをロードしたクラスローダオブジェクトに対応する分割ヒープ領域を特定し（S402）、その情報に基づいて当該分割ヒープ領域を解放する（S403）。分割ヒープ領域回収部104cは、回収した分割ヒープ領域の情報と対応するクラスローダオブジェクトのIDをメモリヒープ領域管理テーブル104fから削除する（S404）。

これにより、本メモリヒープ管理装置100においては、アプリケーション終了する毎に、対応する分割ヒープ領域を一括して、短時間で解放することができる。

【0029】

なお、本実施形態においては、分割ヒープ領域獲得部104bは、システムクラスローダオブジェクトを意識することなく、分割ヒープ領域をシステムクラス

ローダオブジェクト用の分割ヒープ領域として割当てているが、図5に示すようにメモリ105全体をシステムクラスローダ用のメモリ領域（システムヒープ領域105-1）として割当て、その領域内に分割ヒープ領域獲得部104bが他のクラスローダオブジェクトに対応する分割ヒープ領域を獲得するようにしてもよい（図5）。この場合、オブジェクト領域獲得部104aがシステム起動時にシステムクラスローダオブジェクトのオブジェクト領域をシステムヒープ領域105-1内に獲得し、システムクラスローダオブジェクトのIDと獲得した領域（説明の便宜上、分割ヒープ領域105a0と呼ぶ。）の情報（分割ヒープ領域ID（a0）、クラスローダID（SCL）、領域先頭アドレス（MA-0）、全体領域サイズ（MS-0）、自由領域先頭アドレス（FA-0）、自由領域サイズ（FS-0））を組にしてメモリヒープ領域管理テーブル105fに登録する。以後本実施形態の場合と同様に、分割ヒープ領域獲得部104bがシステムヒープ領域105-1から分割ヒープ領域をクラスローダオブジェクト領域用に獲得する毎に、分割ヒープ領域獲得部104bは、図5に示すようにメモリヒープ領域管理テーブル104fに当該クラスローダオブジェクトのIDと獲得した分割ヒープ領域の情報を組にして追加し、オブジェクト領域獲得部は図3のフローチャートに従って分割ヒープ領域獲得部104bによって獲得された分割ヒープ領域内にオブジェクト領域を獲得し（S306）、オブジェクト領域の獲得に失敗した場合（S307）、オブジェクト領域獲得部104bは、GC部104dに獲得に失敗した分割ヒープ領域内のガベージコレクションを行うことを指示し、GC部104dは指示に応じて当該分割ヒープ領域内のガベージコレクションを行う（S308）。また、アプリケーションが終了すると、アプリケーション管理部102は、分割ヒープ領域回収部104cに、終了したアプリケーションをロードしたクラスローダオブジェクトに対応する分割ヒープ領域の解放を指示し、分割ヒープ領域回収部104cは、指示に応じて、図4のフローチャートに従って当該分割ヒープ領域を解放する。また、GC部104dはシステムヒープ領域105-1全体をガベージコレクションの対象とし、分割ヒープ領域を単位に解放された分割ヒープ領域同士をひとまとめにするので、システムヒープ領域105-1を効率的に使用することができる。

【0030】

なお、本実施形態における図1のメモリヒープ管理装置100の構成は、機能ブロック図として示されているが、実際はCPU、メモリ、外部との入出力を行う入出力装置を含むハードウェア及びソフトウェアを実行することにより実現される。このソフトウェアは図1に示した各ブロックの機能を管理するように設計されている。また上記ソフトウェアを、CD-ROMからロードする場合はCD-ROM読み取りインターフェースを用いてもよい。メモリは、RAM、ROM、ハードディスクや、CDドライブ、フロッピーディスク、メモリカードなどのリムーバブルメディアで構成される。

【0031】

本実施形態においては、アプリケーションに、割当てられる分割ヒープ領域の数は、1つに限らず複数であってもよい。例えば、アプリケーション自身がクラスローダを保有している場合には、当該クラスローダに対しても分割ヒープ領域が割当てられる。

また、本実施形態において、分割ヒープ領域獲得部104bによって獲得される分割ヒープ領域の大きさは、分割ヒープ領域獲得部104bへのプログラム指示により可変とすることができる。

【0032】

【発明の効果】

1. 本発明のメモリヒープ管理装置は、ガベージコレクションが必要なアプリケーション用のメモリヒープ領域を管理する装置であって、アプリケーションが起動される毎に、メモリヒープ領域から分割ヒープ領域を獲得する分割ヒープ領域獲得手段と、起動されたアプリケーションに、前記分割ヒープ領域獲得手段によって獲得された分割ヒープ領域を割当てる割当て手段と、アプリケーションが終了する毎に、当該アプリケーションに割当てられた分割ヒープ領域を解放するメモリ解放手段とを備える。

また、本発明のメモリヒープ管理方法は、ガベージコレクションが必要なアプリケーション用のメモリヒープ領域を管理する方法であって、アプリケーションが起動される毎に、メモリヒープ領域から分割ヒープ領域を獲得する分割ヒープ領域獲得ステップと、起動されたアプリケーションに、前記分割ヒープ領域獲得手

段によって獲得された分割ヒープ領域を割当てて割当てステップと、アプリケーションが終了する毎に、当該アプリケーションに割当てられた分割ヒープ領域を解放するメモリ解放ステップとを有する。

また、本発明の記録媒体は、ガベージコレクションが必要なアプリケーション用の分割ヒープ領域を管理する装置に用いられるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、前記プログラムは、アプリケーションが起動される毎に、メモリヒープ領域から分割ヒープ領域を獲得する分割ヒープ領域獲得ステップと、起動されたアプリケーションに、前記分割ヒープ領域獲得手段によって獲得された分割ヒープ領域を割当てて割当てステップと、アプリケーションが終了する毎に、当該アプリケーションに割当てられた分割ヒープ領域を解放するメモリ解放ステップとをコンピュータに実行させる。

この構成により、本発明は、アプリケーションが終了する毎に終了したアプリケーションに割当てられた分割ヒープ領域を解放し、解放された分割ヒープ領域の内部ではガベージコレクションが不要になるので、ガベージコレクションの負荷を軽減することができる。

2. 上記1のメモリヒープ管理装置の構成に加え、アプリケーションに関連するオブジェクトに対して、当該アプリケーションに割当てられた分割ヒープ領域内でオブジェクト領域を獲得するオブジェクト領域獲得手段と、オブジェクト領域獲得手段がオブジェクト領域の獲得に失敗したとき、当該分割ヒープ領域を対象にガベージコレクションを行うガベージコレクション手段とを備える構成としてもよい。

【0033】

また、上記1のメモリヒープ管理方法の構成に加え、アプリケーションに関連するオブジェクトに対して、当該アプリケーションに割当てられた分割ヒープ領域内でオブジェクト領域を獲得するオブジェクト領域獲得ステップと、オブジェクト領域獲得ステップにおいてオブジェクト領域の獲得に失敗したとき、個々の分割ヒープ領域を対象にガベージコレクションを行うガベージコレクションステップとを備える構成としてもよい。

また、上記1の記録媒体の構成に加え、アプリケーションに関連するオブジェク

トに対して、当該アプリケーションに割当てられた分割ヒープ領域内でオブジェクト領域を獲得するオブジェクト領域獲得ステップと、オブジェクト領域獲得ステップにおいてオブジェクト領域の獲得に失敗したとき、個々の分割ヒープ領域を対象にガベージコレクションを行うガベージコレクションステップとをコンピュータに実行させる構成としてもよい。

【 0 0 3 4 】

この構成により、本発明は、メモリヒープ領域全体よりもメモリサイズの小さい分割ヒープ領域を対象としてガベージコレクションを行うため、1回のガベージコレクションの負荷を軽減することができる。

3. 上記2のメモリヒープ管理装置の構成に加え、前記ガベージコレクション手段によって対象となる分割ヒープ領域のガベージコレクションが行われている間、当該分割ヒープ領域を使用するアプリケーションのみ実行を停止させ、他の分割ヒープ領域を使用するアプリケーションは継続して実行させるロック手段を備える構成としてもよい。

【 0 0 3 5 】

また、上記2のメモリヒープ管理方法の構成に加え、前記ガベージコレクション手段によって対象となる分割ヒープ領域のガベージコレクションが行われている間、当該分割ヒープ領域を使用するアプリケーションのみ実行を停止させ、他の分割ヒープ領域を使用するアプリケーションは継続して実行させるロックステップを備える構成としてもよい。

【 0 0 3 6 】

また、上記2の記録媒体の構成に加え、前記ガベージコレクション手段によって対象となる分割ヒープ領域のガベージコレクションが行われている間、当該分割ヒープ領域を使用するアプリケーションのみ実行を停止させ、他の分割ヒープ領域を使用するアプリケーションは継続して実行させるロックステップをコンピュータに実行させる構成としてもよい。

【 0 0 3 7 】

この構成により、本発明は、ガベージコレクション処理が行われている間も、当該処理の対象となっている分割ヒープ領域を使用するアプリケーション以外の

アプリケーションの実行を継続させるので、ユーザーは当該処理が終わるのを待つことなく、他のアプリケーションを使った作業を続行することができる。

4. また、本発明のメモリヒープ管理装置は、ガベージコレクションが必要なアプリケーション用のメモリヒープ領域を管理する装置であって、メモリヒープ領域全体をシステムヒープ領域として割り当てるシステムヒープ領域割り当て手段と、システム関連のオブジェクト領域をシステムヒープ領域内に獲得するオブジェクト領域獲得手段と、アプリケーションが起動される毎に、システムヒープ領域から分割ヒープ領域を獲得する分割ヒープ領域獲得手段と、起動されたアプリケーションに、獲得された分割ヒープ領域を割り当てる割当手段と、アプリケーションの終了時に、当該アプリケーションに対して割り当てられた分割ヒープ領域を解放するメモリ解放手段とを備え、さらに分割ヒープ領域獲得手段が分割ヒープ領域の獲得に失敗したとき、システムヒープ領域内部を対象に、分割ヒープ領域を単位にガベージコレクションを行なうガベージコレクション手段を備える構成としてもよい。

また、本発明のメモリヒープ管理方法は、ガベージコレクションが必要なアプリケーション用のメモリヒープ領域を管理する方法であって、メモリヒープ領域全体をシステムヒープ領域として割り当てるシステムヒープ領域割り当てステップと、システム関連のオブジェクト領域をシステムヒープ領域内に獲得するオブジェクト領域獲得ステップと、アプリケーションが起動される毎に、システムヒープ領域から分割ヒープ領域を獲得する分割ヒープ領域獲得ステップと、起動されたアプリケーションに、獲得された分割ヒープ領域を割り当てる割当ステップと、アプリケーションの終了時に、当該アプリケーションに対して割り当てられた分割ヒープ領域を解放するメモリ解放ステップとを備え、さらに、分割ヒープ領域獲得ステップが分割ヒープ領域の獲得に失敗したとき、システムヒープ領域内部を対象に、分割ヒープ領域を単位にガベージコレクションを行なうガベージコレクション手段を備える構成としてもよい。

また、本発明の記録媒体は、ガベージコレクションが必要なアプリケーション用の分割ヒープ領域を管理する装置に用いられるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体であって、ガベージコレクションが必要なアプリケ

ーション用のメモリヒープ領域を管理する方法であって、メモリヒープ領域全体をシステムヒープ領域として割り当てるシステムヒープ領域割り当てステップと、システム関連のオブジェクト領域をシステムヒープ領域内に獲得するオブジェクト領域獲得ステップと、アプリケーションが起動される毎に、システムヒープ領域から分割ヒープ領域を獲得する分割ヒープ領域獲得ステップと、起動されたアプリケーションに、獲得された分割ヒープ領域を割り当てる割当ステップと、アプリケーションの終了時に、当該アプリケーションに対して割り当てられた分割ヒープ領域を解放するメモリ解放ステップとを備え、さらに、分割ヒープ領域獲得ステップが分割ヒープ領域の獲得に失敗したとき、システムヒープ領域内部を対象に、分割ヒープ領域を単位にガベージコレクションを行なうガベージコレクション手段を備える構成としてもよい。

この構成により、本発明は、メモリヒープ領域全体の使用効率を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

アプリケーション実行装置 1 0 0 の構成を示すブロック図

【図 2】

メモリヒープ領域管理テーブル 1 0 4 f とメモリ 1 0 5 の状態を示す図

【図 3】

VM部 1 0 3 よりオブジェクト領域獲得指示を受けた後の本メモリヒープ管理装置によるオブジェクト領域獲得の動作を示すフローチャートを示す図

【図 4】

アプリケーション終了時の本メモリヒープ管理装置による分割ヒープ領域の解放の動作を示すフローチャートを示す図

【図 5】

システムヒープ領域 1 0 5 - 1 がメモリヒープ領域管理テーブル 1 0 4 f に登録されている状態を示す図

【図 6】

メモリヒープ管理部 1 の構成

【図 7】

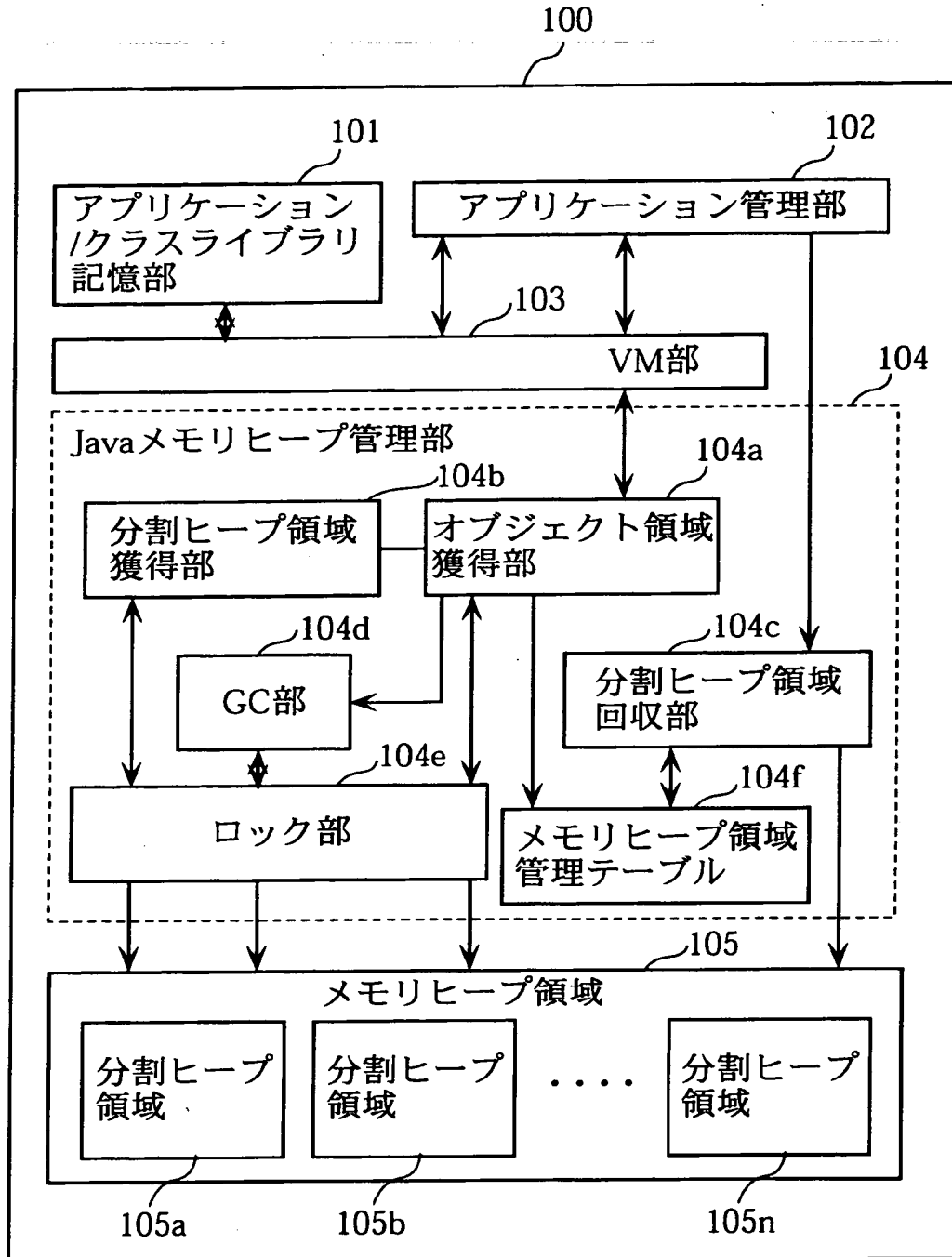
オブジェクト領域獲得部 2 によってメモリヒープ領域上に獲得されたオブジェクト領域の例

【符号の説明】

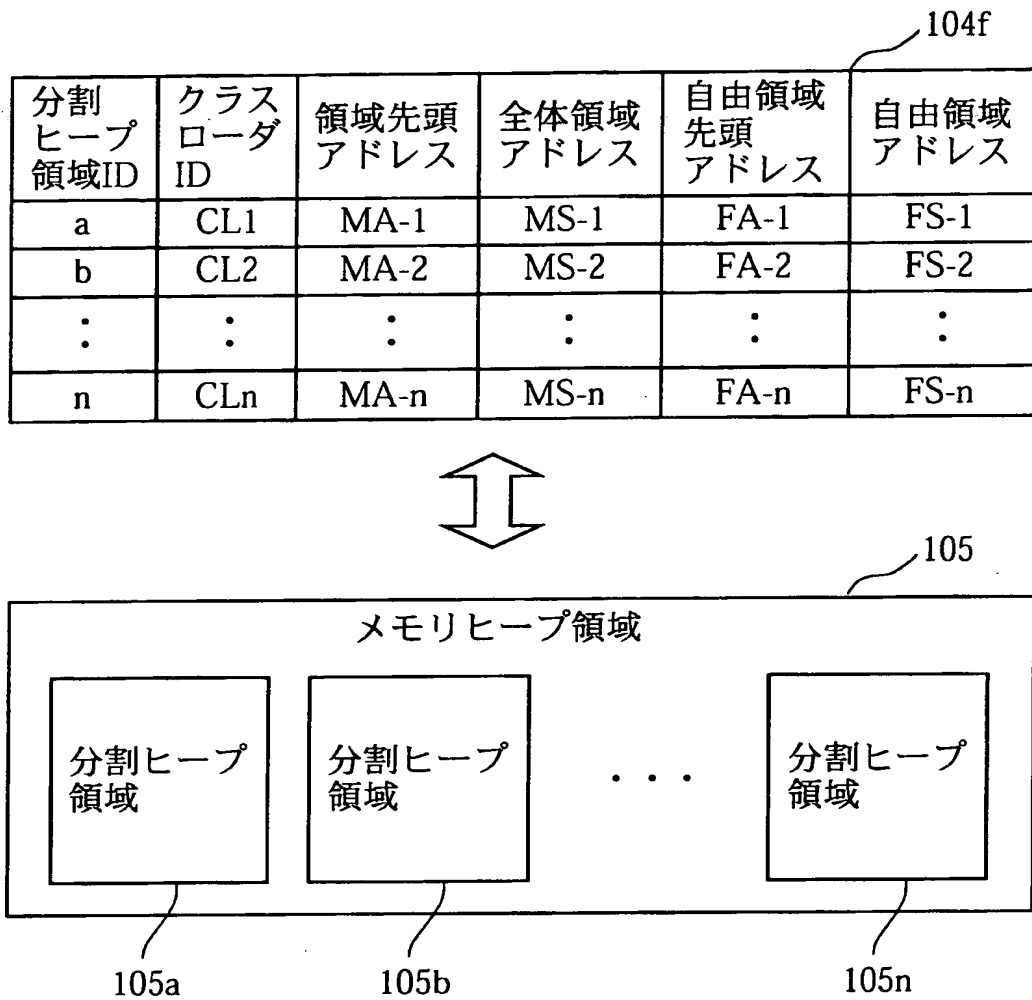
- 1 メモリヒープ管理部
- 2 オブジェクト領域獲得部
- 3 GC (ガベージコレクション) 部
- 1 0 0 アプリケーション実行装置
- 1 0 1 アプリケーション/クラスライブラリ記憶部
- 1 0 2 アプリケーション管理部
- 1 0 3 VM部
- 1 0 4 メモリヒープ管理部
- 1 0 4 a オブジェクト領域獲得部
- 1 0 4 b 分割ヒープ領域獲得部
- 1 0 4 c 分割ヒープ領域回収部
- 1 0 4 d GC部
- 1 0 4 e ロック部
- 1 0 4 f メモリヒープ領域管理テーブル
- 1 0 5 メモリ
- 1 0 5 a ~ 1 0 5 n 分割ヒープ領域

【書類名】 図面

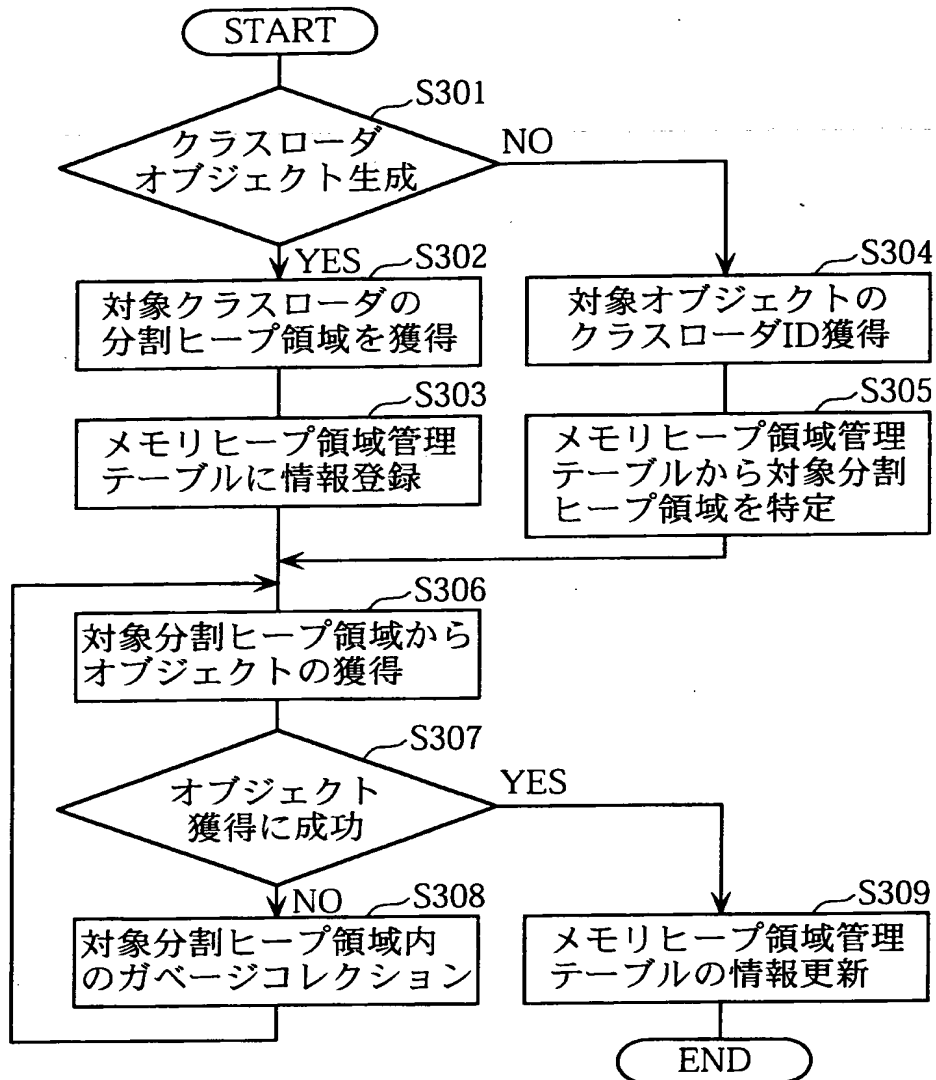
【図 1】



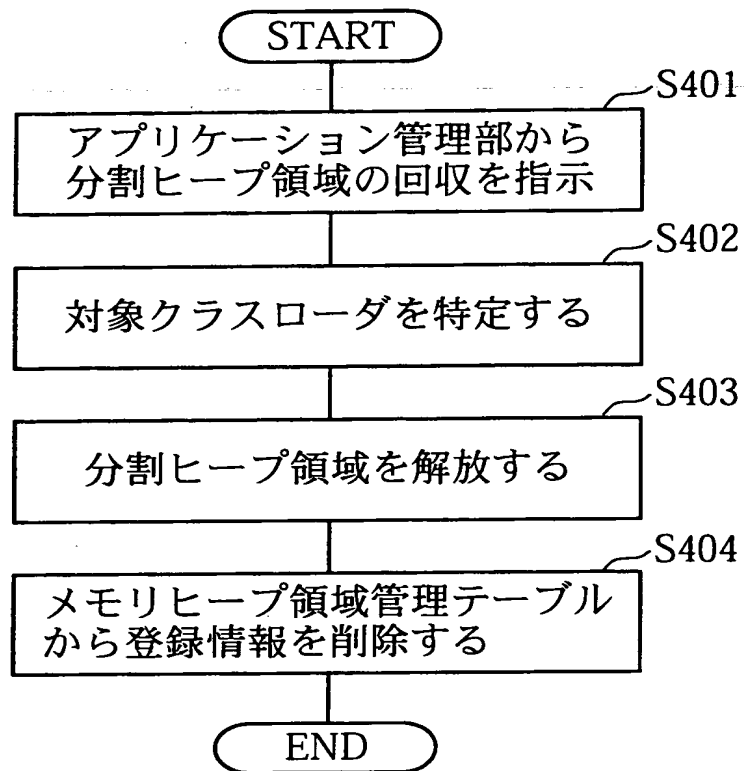
【図 2】



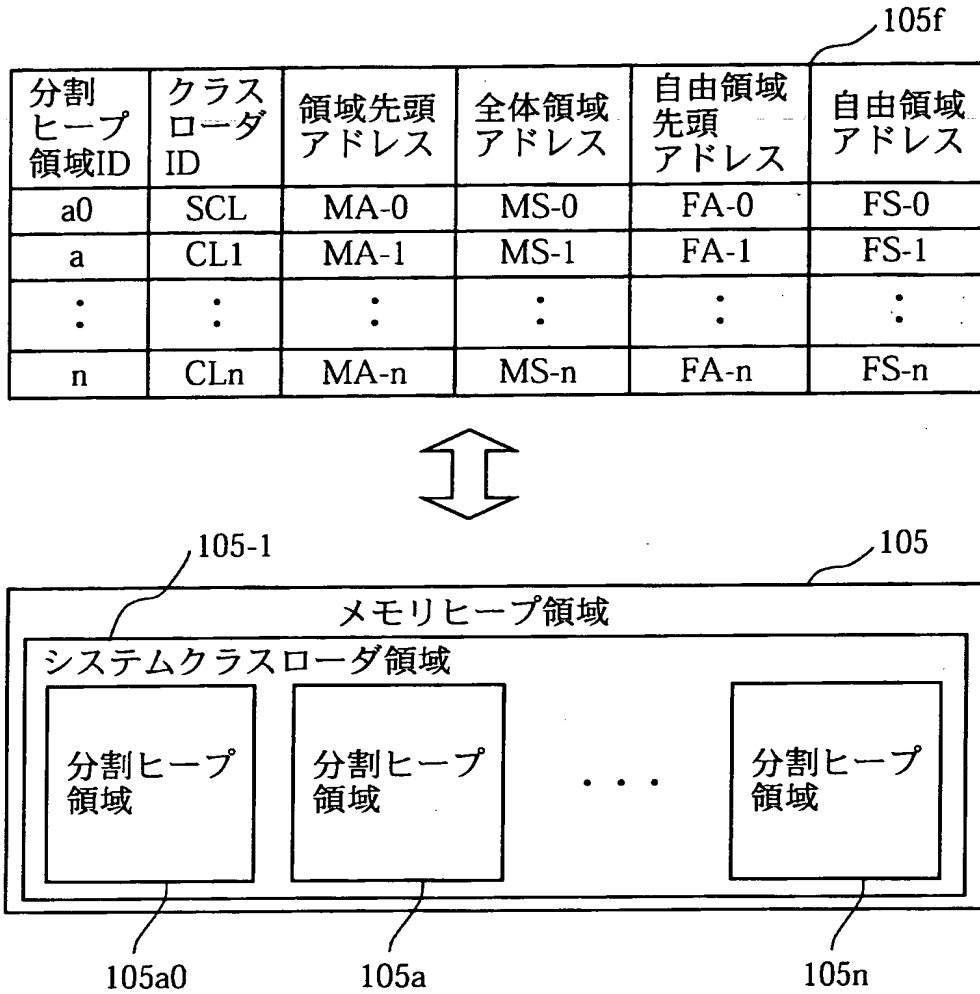
【図 3】



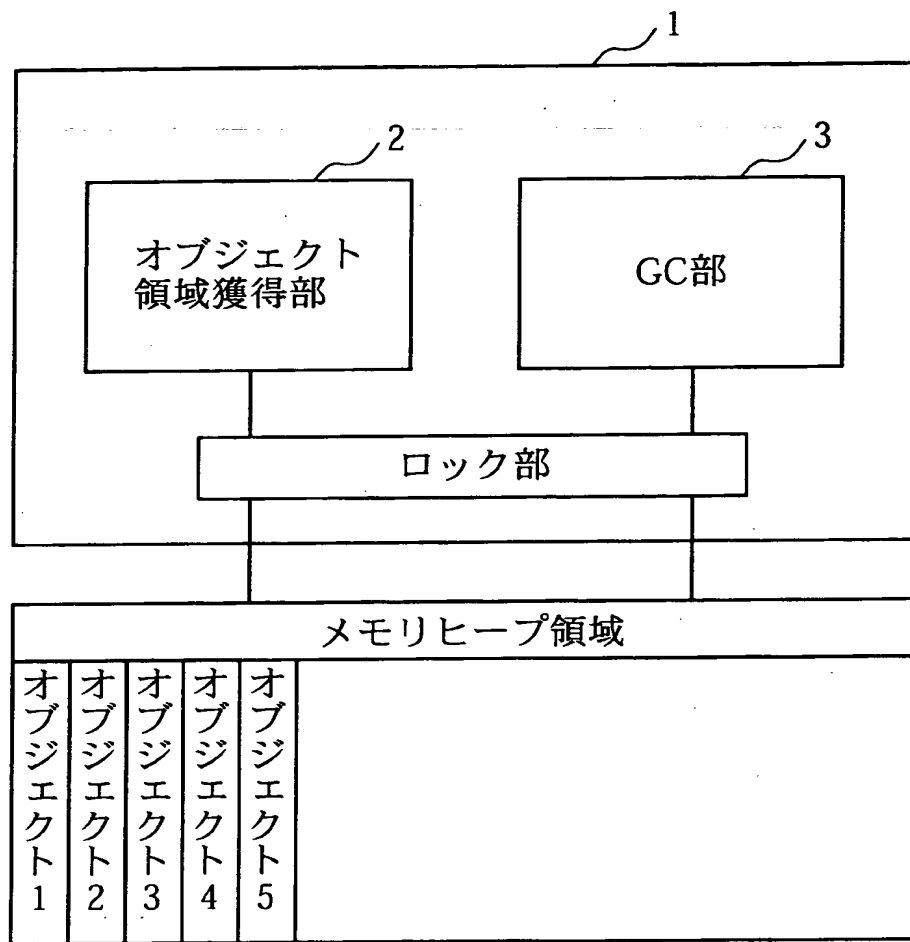
【図 4】



【図 5】

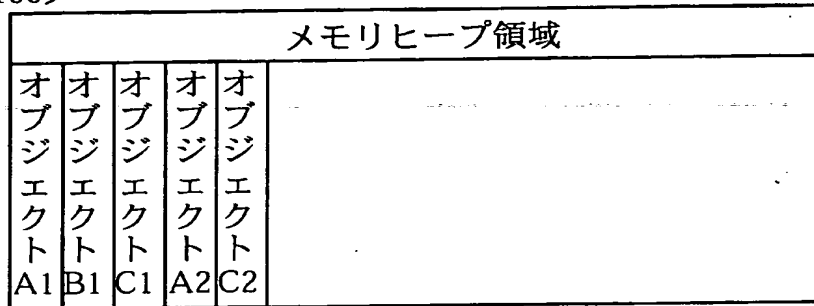


【図 6】

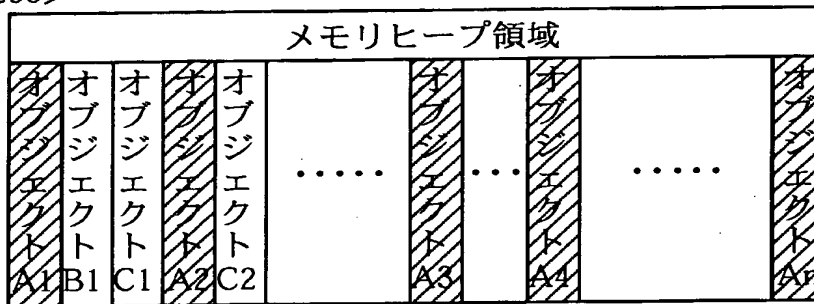


【図 7】

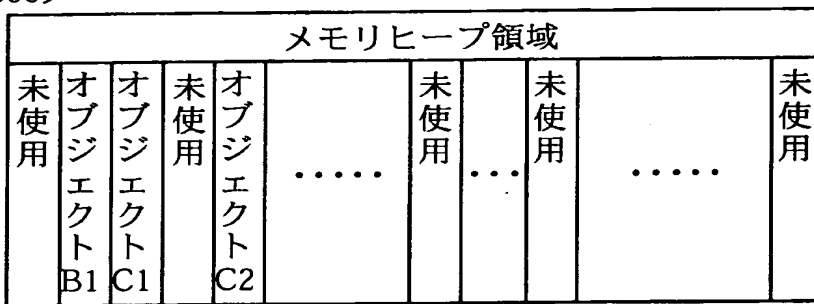
<100>



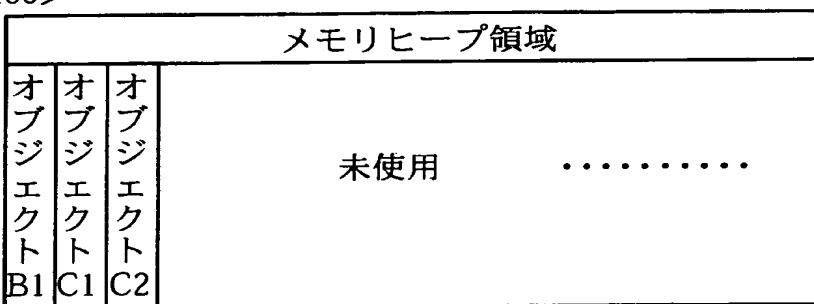
<200>



<300>



<400>



ガベージコレクション処理

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 1 回のガーベージコレクション処理の負荷を軽減したメモリヒープ管理装置及び方法を提供する。

【解決手段】 メモリ 1 0 5 は、複数の分割ヒープ領域 1 0 5 a ～ 1 0 5 n を含むメモリヒープ領域を有する。各分割ヒープ領域は、1 つのアプリケーションに対応して設けられ、1 回のガベージコレクションの対象領域はメモリヒープ領域全体ではなく分割ヒープ領域単位とされ、アプリケーション終了時にはメモリヒープ領域は分割ヒープ領域単位に解放される。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日
[変更理由] 新規登録
住 所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏 名 松下電器産業株式会社